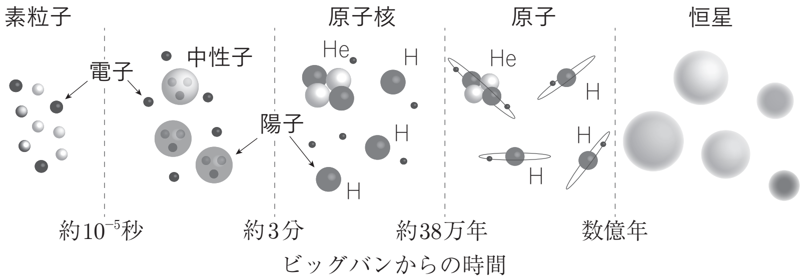
第８講　宇宙と地球の誕生

■ ビッグバン宇宙

ビッグバンと元素合成

約 138 億年前，宇宙は超高温・超高密度の点のような状態から始まった。

水素とヘリウムが最初の元素。

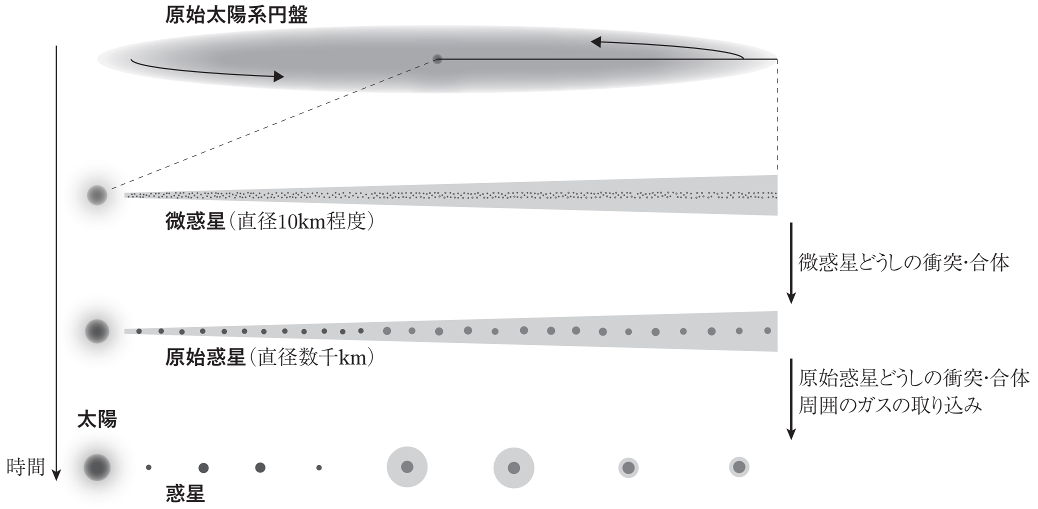


宇宙の晴れ上がり

ビッグバンの約 38 万年後のできごとで，自由に飛び回っていた電子が原子核のまわりを回るようになり，光が宇宙空間を直進できるようになったことを指す。

■ 太陽系

太陽系の形成



太陽の特徴

直径…………地球の約 110 倍

表面温度……約 6000K

四つの水素原子核から一つのヘリウム原子核を作る核融合により生じたエネルギーで輝く恒星（**主系列星**）。

太陽系の惑星の分類

	地球型惑星	木星型惑星	
		巨大ガス惑星	巨大氷惑星
	水星・金星 地球・火星	木星・土星	天王星 海王星
質量 〔地球＝ 1〕	0.06 ～ 1	100 ～ 300	10 ～ 20
半径 〔地球＝ 1〕	0.4 ～ 1	9 ～ 11	4
平均密度 〔g/cm^3〕	3.9 ～ 5.5	0.7 ～ 1.3	1.3 ～ 1.6
大気	惑星による	H_2，He	H_2，He，CH_4
外層	岩石	金属水素，He	氷
核	金属	岩石など	岩石・氷

地球型惑星の表層環境の特徴

	水星	金星	地球	火星
大気の主成分	大気 ほとんどなし	CO_2	N_2，O_2	CO_2
表面気圧		約 90 気圧	約 1 気圧	0.01 気圧以下
地表面温度	昼 400℃以上 夜 −150℃以下	約 460℃	約 15℃	約 −60℃

演習問題

1 次の文章を読み，後の問いに答えよ。

宇宙は約［ ア ］億年前に始まったと考えられている。この宇宙の始まりをビッグバン宇宙というが，この宇宙の始まった瞬間を観測することはできない。(a)私たちが電磁波によって観測できる宇宙は，宇宙の晴れ上がり，すなわち［ イ ］が結びついたできごとより後の宇宙に限られている。

問１ 上の文章中の［ ア ］・［ イ ］に入れる数値と語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	ア	イ
①	46	陽子と中性子
②	46	原子核と電子
③	46	４つの水素原子核
④	138	陽子と中性子
⑤	138	原子核と電子
⑥	138	４つの水素原子核

問２ 次のａ～ｄに対応するできごとが起こったのは，後の図１中のＰ～Ｔのうちどの時期か。最も適当なものをそれぞれ記号で答えよ。

ａ 陽子や中性子が形成された。
ｂ 水素原子が形成された。
ｃ ヘリウム原子核が形成された。
ｄ 最初の恒星が誕生した。

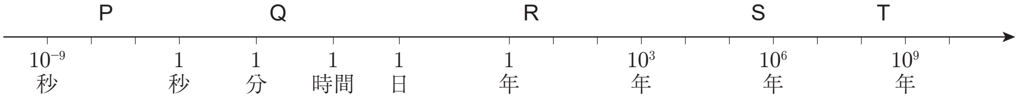


図１ 宇宙の始まりからの時間とさまざまなできごと

問３ 上の文章中の下線部(a)に関連して，宇宙の観測について述べた次の文章中の **ウ** に入れる数値として最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。

可視光線やＸ線などの電磁波が用いられている。電磁波の速さは有限であることから，観測できる距離とできごとの年代との間には一定の関係がある。たとえば，38 億光年の距離にある銀河で爆発現象が観測されたとき，その爆発現象は約 **ウ** 億年前に起こったと考えられる。

① 8　② 38　③ 76　④ 100

2 次の文章を読み，後の問いに答えよ。

太陽系の質量の 99% 以上は恒星である太陽によって占められており，さらにその質量のほとんどは水素とヘリウムのものである。太陽内部では［ ア ］によって熱が生じ，そのエネルギーが表面から放射されている。

太陽系において，恒星に次いで大きな天体は(a)<u>惑星</u>である。次の図 1 は，太陽系の惑星を内部構造により三つのグループに分け，それらの内部構造を模式的に表したものである。太陽系の惑星は(b)<u>このように多様な内部構造をもつ</u>ほか，その進化の過程によって(c)<u>表面のようすも異なっている</u>。

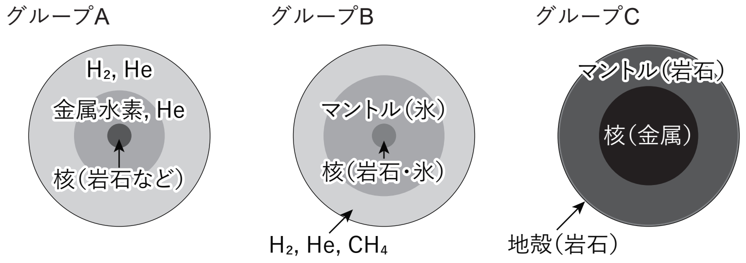


図 1 太陽系の惑星の内部構造

問 1 上の文章中の［ ア ］に入れる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 二つの水素原子核から一つのヘリウム原子核が形成される核融合
② 四つの水素原子核から一つのヘリウム原子核が形成される核融合
③ 一つのヘリウム原子核から二つの水素原子核が形成される核分裂
④ 一つのヘリウム原子核から四つの水素原子核が形成される核分裂

問 2 上の文章中の下線部(a)の形成過程について述べた文として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 太陽系で最初の惑星は，100 億年以上前に形成された。
② 惑星のもととなる原始太陽系円盤の主成分は，水素と酸素であった。
③ 微惑星が衝突・合体をくり返すことで，数十個の原始惑星が形成された。
④ 原始惑星は衝突・合体をせず，周囲の星間物質を取り込んで惑星へと成長した。

問 3　上の文章中の下線部(b)に関連して，次の図 2 は太陽系の惑星の赤道半径と平均密度との関係を示したものである。図 2 の **X** ～ **Z** は, 図 1 のどのグループに属する惑星か。その組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

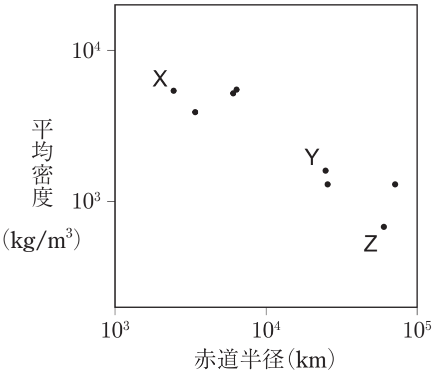


図 2　太陽系の惑星の赤道半径と平均密度との関係

	X	Y	Z
①	グループ A	グループ B	グループ C
②	グループ A	グループ C	グループ B
③	グループ B	グループ A	グループ C
④	グループ B	グループ C	グループ A
⑤	グループ C	グループ A	グループ B
⑥	グループ C	グループ B	グループ A

問 4　上の文章中の下線部(c)に関連して，太陽系の惑星の表層環境について述べた文として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　金星表面の平均温度が 400℃を超えるのは，金星の反射率が小さく，太陽放射をよく吸収するからである。

②　水星は大気をほとんどもたず，夜側の表面温度は －100℃以下である。

③　地球は太陽からの距離が適度だったため，形成直後から窒素と酸素を主成分とする大気をもっていた。

④　火星は地球より質量が小さいため，液体の水は流れることができず蒸発したと考えられている。

第８講 確認問題

問１ 次の文章を読み，後の問いに答えよ。

宇宙は約 138 億年前に始まったと考えられている。この宇宙の始まりをビッグバンというが，この宇宙の始まった瞬間を観測することはできない。私たちが電磁波によって観測できる宇宙は，宇宙の晴れ上がり，すなわち原子核と電子が結びついたできごとより後の宇宙に限られている。

(1) 次の a ～ d のできごとを起こった順番が早い方から順に並べ替えたとき，３番目に起こったできごととして最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。

a ヘリウム原子核が形成された。
b 宇宙の晴れ上がりが起こった。
c 陽子や中性子が形成された。
d 素粒子が形成された。

① a　② b　③ c　④ d

⑵　上の文章中の下線部に関連して，宇宙の観測について述べた次の文章中の［ア］に入れる数値として最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。

宇宙の観測には可視光線やＸ線などの電磁波が用いられている。電磁波の速さは有限であることから，観測できる距離とできごとの年代との間には一定の関係がある。例えば，地球から120億光年の距離にある銀河を観測するとき，宇宙誕生から約［ア］億年後の宇宙の姿を見ていることになる。

①　18　　②　38　　③　120　　④　158

問２　太陽系において，恒星に次いで大きな天体は惑星である。次の図１は，太陽系の惑星を内部構造により３つのグループに分け，それらの内部構造を模式的に表したものである。太陽系の惑星はこのような多様な内部構造をもつほか，その進化の過程によって表面のようすも異なっている。

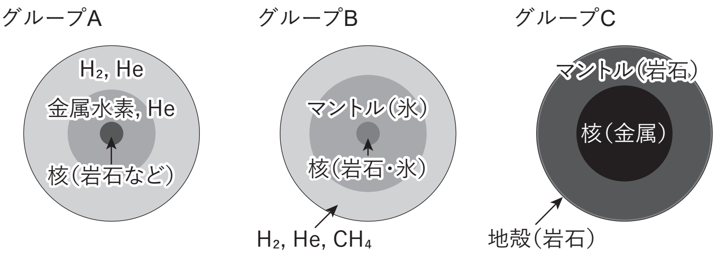


図１　太陽系の惑星の内部構造

上の文章中の下線部に関連して，次の図２は太陽系の８つの惑星の赤道半径と平均密度との関係を示したものである。図２のＸ～Ｚの惑星が属するグループについての説明として最も適当なものを，後の①～⑥のうちから一つ選べ。

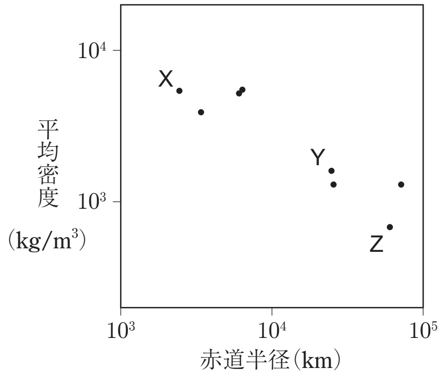


図２　太陽系の惑星の赤道半径と平均密度との関係

①　Ｘはグループ B に属し，巨大ガス惑星に分類される。
②　Ｘはグループ C に属し，地球型惑星に分類される。
③　Ｙはグループ A に属し，巨大氷惑星に分類される。
④　Ｙはグループ B に属し，地球型惑星に分類される。
⑤　Ｚはグループ A に属し，巨大氷惑星に分類される。
⑥　Ｚはグループ C に属し，巨大ガス惑星に分類される。

< Note >

第８講　宇宙と地球の誕生

1

問１　⑤

問２　T

問３　②

2

問１　②

問２　③

問３　⑥

問４　②

第 8 講　確認問題　解答

問 1

(1)　解答：①

解説：
素粒子をもとに陽子や中性子，原子 2 個と中性子 2 個からヘリウム原子核が形成された。さらに，水素原子核（陽子）やヘリウム原子核と電子が結びつくことで宇宙の晴れ上がりが起こった。よって，できごとの順番は，d → c → a → b になる。そのため，3 番目に起こったできごとは a である。なお，ビッグバンを基準として，a は約 3 分後，b は約 38 万年後，c は 10^{-5} 秒後のできごとである。

(2)　解答：①

解説：
地球から約 120 億光年の距離にある銀河を観測するとき，約 120 億光年前，つまり，宇宙誕生から 138 − 120 = 約 18 億年後の姿を見ていることになる。

問 2　解答：②

解説：
X は地球型惑星であり，内部構造はグループ C に属する。Y は木星型惑星の中の巨大氷惑星であり，内部構造はグループ B に属する。Z は木星型惑星の中の巨大ガス惑星であり，内部構造はグループ A に属する。